Ein Beitrag
zur Anatomie und Physiologie
der Spinalganglien.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

des

Herrn Obermedicinalrats

PROF. D^R. VON GUDDEN

der

medicinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt

von

Pericles Vejas

aus Korfu.

München, 1883.

Kgl. Hof- u. Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Ein Beitrag
zur Anatomie und Physiologie
der Spinalganglien.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

des

Herrn Obermedicinalrats

PROF. D^R. VON GUDDEN

der

medicinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt

von

Pericles Vejas

aus Korfu.

München, 1883.

Kgl. Hof- u. Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554602_0204

ΤΩι ΠΑΤΡΙ ΜΟΥ

ὁ γράψας.

In der vormikroskopiſchen Zeit ziemlich unbeachtet geblieben, ſind die Spinalganglien bald nach Einführung der mikroskopiſchen Technik Gegenſtand mannigfacher Erforſchung geworden.

An der Erforſchung beteiligten ſich bedeutende Männer. Ein flüchtiger Blick auf das am Ende der Arbeit folgende Literaturverzeichniſs lehrt das zur Genüge. Wenn trotzdem nicht viel über die Spinalganglien bekannt iſt, ſo muſs der Gegenſtand ſelbſt daran ſchuld ſein. Er muſs groſse, ſchwer zu überwindende Schwierigkeiten in ſich bergen.

Einen Beitrag zur Aufhellung des Gegenstandes möge vorliegende Studie liefern.

Die Spinalganglien, Ganglia intervertebralia, Ganglia simplicia (Scarpa), Formatio gangliosa prima (Valentin), intereſſiren uns in zweifacher Hinsicht; in anatomiſcher und physiologiſcher.

Ueber die anatomiſchen Verhältniſse in den Spinalganglien liegt z. Z. eine groſse Anzahl von Abhandlungen vor. Es liegt nicht in meiner Abſicht eine längere hiſtoriſche Auseinanderſetzung und Kritik der in dieſen Abhandlungen vorkommenden Angaben vorzunehmen. Indem ich für eine ſolche auf die Arbeiten von Polaillon[27], Key und Retzius[18] und Freud[14] verweiſe, muſs ich mich begnügen, behufs Orientirung in der vorliegenden Frage nur Einiges anzuführen.

Bei der Unterſuchung der hiſtologiſchen Verhältniſse der Spinalganglien drängen ſich drei Fragen von ſelbſt auf. Sie betreffen:

1) Die Zahl der Fortſätze, die jede ganglioſpinale Zelle beſitzt.
2) Die Richtung, die dieſe Fortſätze einſchlagen.
3) Die Beziehungen der zutretenden spinalen Faſern zu den Ganglienzellen und deren Fortſätzen.

Der gegenwärtige Stand der erſten Frage, die wegen ihrer Wichtigkeit das am meiſten umſtrittene Terrain bildet, läſst ſich kurz in der Angabe wiedergeben, daſs, nach allgemeiner Annahme, die Zahl der Fortſätze der Spinalganglienzelle bei Fiſchen zwei beträgt, während bezüglich der Säugethiere, einige Forſcher zwei, andere nur einen Fortſatz der Zelle zugeben.

Ich führe einige Forſcher an, die auf Grund von Unterſuchungen an Schnitt- und Zupfpräparaten die Meinung ausſprachen, daſs die ganglioſpinale Zelle bei Säugethieren einen Fortſatz beſitze, daſs ſie »unipolar« sei. Axmann[2] gibt an, daſs er, neben der überwiegenden Mehrzahl der unipolaren, nur ſpärliche bipolare geſehen habe. Kölliker[21] hat ausnahmsweiſe mehr als einen Fortſatz von jeder Zelle ausgehen ſehen. Lieberkühn[24], Courvoisier[9], Fräntzel[13], Stannius[37], Schramm[35] ſchlieſsen ſich dieſer Angabe an. Bärensprung[3] vergleicht den Bau der Spinalganglien mit dem einer Drüſe, und ſagt, daſs die Nervenſtämmchen, die aus dem Spinalganglion ausgehen, den Ausführungsgängen eines Drüſenläppchens vergleichbar, den durchtretenden ſenſiblen Faſern in peripherer Richtung ſich anſchlieſsen. Schwalbe[36] tritt für die Unipolarität der Zelle entſchieden ein und geht ſogar ſoweit, in den Spinalganglienzellen, gegen den Austritt des Fortſatzes hin, die fibrillare Structur, wie ſie Schultze und Deiters für die centralen Ganglienzellen beſchrieben, erkennen zu wollen. Vulpian (nach der Angabe Sappey's[33])

hat bei Ratten ebenfalls unipolare Zellen gefunden. Rawitz[29] dehnte ſeine Unterſuchungen faſt über ſämmtliche Wirbelthiergattungen aus; er kommt zu dem Schluſſe, daſs die Zelle unipolar ſei. Flemming[12] endlich, deſſen Arbeit die neueſte mir bekannte iſt, hat ſein Augenmerk auf die feinere Anatomie der Zelle gerichtet; er gibt aber an, daſs ſoweit ſeine Unterſuchungen ihn dazu berechtigten, er nur unipolare Zellen annehmen könne. — Ranvier[28] ſelbſt iſt zu den Unipolariſten zu zählen, von denen er nur inſofern abweicht, als er die Destination der aus der Spinalganglienzelle entſpringenden einzigen Faſer zugleich angibt (vergl. S. 8).

Die Unipolarität der Zelle wurde weiterhin von Bidder und Volkmann[43] und Beck (vergl. [16]) angenommen, und zwar auf Grund der Zählung der in's Ganglion ein- und von ihm austretenden Nervenfaſern. Bidder und Volkmann fanden nämlich, daſs das Verhältniſs der dünnen Nervenfaſern zu den dicken im Nerv, vor dem Eintritt in's Ganglion 1 : 50 beträgt, dagegen nach dem Austritt 4 : 1. Sie ſchloſſen daraus, daſs im Ganglion so viele dünne Faſern entſtehen, daſs die Zahl der eintretenden verzweihundertfacht wird. *) Beck fand alsdann, daſs die Zahl der austretenden Faſern gröſser als die der eintretenden iſt, und zwar um die Zahl der im Ganglion vorhandenen Zellen.

Bekämpft wird dagegen die Unipolarität von den Bipolariſten. Unter dieſe zählen Remak[30], Krauſe[20], Polaillon[27], nach welchem »les cellules ont deux ou plusieurs pôles«, Beale[4], welcher angibt, »that all nerv-cells have at least two fibres in connexion with them«, Arndt[1] der ſogar die Bildung jedes der zwei Fortſätze in die Zelle ſelbſt verfolgen zu können geglaubt hat, Kutſchkin[38] dem die

*) Man kann ſich übrigens leicht denken, daſs die im Nerv vor dem Eintritt in's Ganglion zu beobachtenden dünnen Faſern ebenſogut im Ganglion ihren Urſprung haben können, und daſs ſie nur ſtatt der peripheren die centrale Richtung eingeſchlagen haben.

bipolaren Spinalganglienzellen den centralen ähnlich zu ſein dünkten, Thanhoffer[40], und Boffe[8]. Die zwei letzteren nehmen ſogar an, daſs die Zellen einen gröberen in eine Nervenfaſer ſich fortſetzenden Ausläufer haben, und zahlreiche feinere die Verbindungen mit anderen Zellen eingehen. — Dieſen muſs ich Retzius[31] anreihen, der zwar annimmt, daſs aus der Zelle ein Fortſatz entſpringt, dieſen Fortſatz ſich aber ſogleich in zwei Schenkel ſpalten läſst, womit die im Grunde anatomiſch unipolare Zelle, phyſiologiſch den Stempel der bipolaren bekommt.

Zu den Bipolariſten gehören ferner, und zwar auf Grund der Zählung der ein- und austretenden Faſern — im Gegenſatz zu den eben angeführten, die nur Zupf- und Schnittpräparate unterſucht haben — Wagner[18], Holl[16] und Stiénon[38]. Wagner hat nur dem Eindrucke nach geurtheilt: er gibt an, daſs die ein- wie austretenden Faſern in anſcheinend gleichem numeriſchen Verhältniſſe ſich vorfänden; ſie betrügen ungefähr die Zahl der im Ganglien ſich vorfindenden Ganglienzellen (etwa 250—400). Die Unterſuchungen von Holl und Stiénon führten bei ſorgfältiger Zählung zu dem auffallenden Ergebniſſe, daſs die ein- und austretenden Faſern, bis auf verſchwindend kleine Unterſchiede, ſich in gleicher Anzahl vorfinden.

Soviel von der Beantwortung, die der erſten aufgeſtellten Frage zu Theil wurde. Was die weiteren zwei Fragen betrifft, ſo erhellt die Stellungnahme der Forſcher aus Folgendem:

Die Unipolariſten laſſen alle von den Spinalganglienzellen entſpringenden Faſern in die Peripherie ziehen, und zwar ohne daſs dieſelben je in irgend eine nähere Beziehung zu den zutretenden spinalen Faſern getreten sind. Nur Axmann und Ranvier weichen theilweiſe von dieſer Annahme ab, indem der erſtere einen Theil der ganglioſpinalen Faſern in's Rückenmark ziehen läſst, und der andere den aus der Zelle entſpringenden Fortſatz ſich bald in eine durchziehende ſpinale

Faſer gleichſam einſenken läſst, mit der er in die Peripherie ſich begeben ſoll *).

Die Bipolariſten ſtimmen dagegen in der Annahme überein, daſs der eine Fortſatz nach der Peripherie, der andere nach dem Centrum ſich begebe. Nur Arndt hat angegeben, daſs beide Fortſätze nach der Peripherie zu verlaufen. Unter den Bipolariſten beſteht aber betreffs der dritten aufgeſtellten Frage ein wichtiger Zwieſpalt. Die einen glauben nämlich, daſs die Zelle für ſich unabhängig vom Rückenmark die zwei Fortſätze beſitzt, während die anderen ſie nur als ein Schaltſtück in den vom Rückenmark austretenden ſenſiblen Nervenfaſern gelten laſſen. **)

Nach allgemeiner Annahme tritt die motoriſche Wurzel in keine nähere Verbindung mit dem Ganglion ein.

Die phyſiologiſche Unterſuchung hat lange nicht ſo viele Bearbeiter angezogen, wie die anatomiſche; dieſer Umſtand in Verbindung mit dem Mangel an einer zuſammenhängenden Darſtellung des auf dem phyſiologiſchen Gebiete Geleiſteten, möge mich rechtfertigen, wenn ich die Angaben etwas ausführlicher wiedergebe, als es für den anatomiſchen Theil der Fall war.

In älterer Zeit, als vom phyſiologiſchen Experimente keine Rede ſein konnte, riefen begreiflicherweiſe die eigenthümlichen Gebilde ſonderbare Meinungen hervor. Willis [50]

*) Bei der Ranvier'ſchen T Faſer handelt es ſich ſomit um eine Verſchmelzung, nicht um eine Theilung der Faſern. Eigenthümlicherweiſe iſt es jedoch mitunter vorgekommen, daſs man bei der Ranvier'ſchen Faſer von Theilung geſprochen hat, was als eine Miſsdeutung zu bezeichnen iſt. Die einſchlägige Stelle aus Ranvier's Werk lautet: »La ſignification de ces tubes en T est la ſuivante; les fibres nerveuses nées chacune d'une cellule diſtincte, marchent l'une vers l'autre; de telle ſorte que la fibre nerveuſe unique, qui réſulte de leur fuſion, poſséde des fibrilles provenant en proportion variée des deux cellules d'origine.

**) Ich lieſs die ſog. Spiralfaſer ganz auſser Betracht, da die eifrigen Verfechter ihres Vorkommens im Sympathicus ſelbſt zugeben, daſs ſie in den Spinalganglien nicht vorkommt.

läfst z. B. in ihnen die Lebensgeifter fo lange verweilen, bis alle fich derart geordnet haben, dafs jeder feinen weiteren Weg erwählen kann. Vieuffens [42] meinte, die Lebensgeifter würden in den Spinalganglien durch die Blutgefäffe hergeftellt, Lancifi [21] hielten fie von Wichtigkeit für die Bewegung des Blutes und befonders der Nervenflüffigkeit.

Solchen Meinungen kann aber die heutige Wiffenfchaft keine ernfte Bedeutung beimeffen. Von gröfserem Intereffe ift dagegen die, allerdings etwas fonderbar ausgefprochene Meinung Winslow's [51], wornach die Spinalganglien kleine Gehirne find, die aus Cortical- und Medullarfubftanz beftehen, und zwar ift fie infofern von Intereffe als Winslow damit jedenfalls centrale Organe gemeint hat. In diefem Sinne fprachen fich aus Johnfton, Tiffot, Monro, Scarpa und Bichat [8], welcher aber in feiner Claffification des Nervenfyftems felbft eingeftcht, dafs er über die ihnen in ihr gebührende Stellung nicht recht im klaren fei. Genannte Forfcher hielten die fraglichen Gebilde für vom Gehirn unabhängig, jedoch ihm untergeordnet und mit der Function betraut, die Ausführung der vom Willen dictirten Bewegung zu ficliern.

Auf den erften Blick annehmbar, konnte diefe Erklärung auf die Länge nicht befriedigen, da fie keinen experimentellen Nachweis aufzuweifen vermochte. Sie war ja nur eine Hypothefe, die die Feuerprobe des Experimentes nicht beftanden hatte. Es wurde demzufolge leicht auf fie verzichtet, als man etwas befferes, oder wenigftens anfcheinend befferes, an ihre Stelle fetzen konnte. Nachdem nämlich die bipolaren Ganglienzellen bei den Fifchen entdeckt waren, und diefe Entdeckung auch als für die Spinalganglienzellen der Säugethiere geltend betrachtet wurde, glaubte Wagner u. A. dafs die Spinalganglien Filialanftalten des Rückenmarks feien, denen obliegt, die oft minimalen, auf dem langen Wege von der Peripherie nach dem Centrum abgefchwächten Eindrücke neu zu bekräftigen und fo lebhafter dem Rückenmark zuzu-

ſchicken. Aber auch dieſe neue Hypotheſe ſtützte ſich nicht auf Experimente.

Es war nun Waller (46) vorbehalten, den erſten Anſtoſs zu einer wirklich wiſſenſchaftlichen Unterſuchung der phyſiologiſchen Einrichtungen in den Spinalganglien zu geben. Die Reſultate, die ſeine epochemachende Methode in ihrer genialen Einfachheit lieferte, waren ganz neu, die Erklärung sah überaus ungezwungen aus. Man darf ſich alſo nicht wundern, daſs ſeine Ergebniſſe ſich raſch Bahn gebrochen haben, daſs ſie heutzutage als die allein annehmbaren gelten.

Waller, der Katzen und Hunde zu ſeinen Experimenten verwendete, benützte die eigenthümliche Lage des II. Cervicalganglions, um ſeine Verſuche ſo rein als möglich anzuſtellen. In dieſes Ganglion nämlich iſt man im Stande einzudringen, ohne den Rückenmarkskanal zu öffnen, und dann je nach Belieben eine der beiden Wurzeln, oder beide, oder auch den austretenden Stamm zu durchreiſſen bezw. zu durchſchneiden. Waller machte nun verſchiedene Schnitte theils zwiſchen Ganglion und Rückenmark, alſo an den Wurzeln – und zwar betraf der Schnitt entweder beide oder die eine derſelben – theils an dem austretenden Stamm, und gelangte zu folgenden merkwürdigen Beobachtungen, die er in zwei einander ergänzenden und nur in einem Punkte von einander differirenden Noten wiedergegeben hat: wird der Schnitt zwiſchen Ganglion und Rückenmark und zwar an der ſenſiblen Wurzel ausgeführt, ſo gehen die centralen Faſern, d. i. diejenigen, die mit dem Rückenmark in Verbindung bleiben, zu Grunde, während die peripheriſchen, alſo diejenigen, die das Ganglion mit der Peripherie verbinden, normal bleiben. Normal bleiben aufserdem die gegen das Centrum gerichteten, in Verbindung mit dem Ganglion gelaſſenen Faſerſtümpfe(*). Wenn aber der

*) Dieſer iſt der Punkt, in welchem wie angegeben die Noten von einander differiren. In der erſten Note wird nämlich angegeben, daſs die centralen mit dem Ganglion in Verbindung gebliebenen Faſern atrophiren, und daſs man

Schnitt an der motorifchen Wurzel gemacht wird, ift das Refultat ein ganz anderes als das eben für den Schnitt an der fenfiblen Wurzel angegebene: es atrophiren nämlich bei diefem Schnitt nicht die centralen Fafern, fondern die peripheren, während die centralen normal bleiben. Auch beim Durchfchneiden des austretenden Stammes beobachtete Waller immer, dafs der periphere Stamm atrophirt. Ueber das Schickfal des centralen Stumpfes und namentlich des Ganglions läfst er uns leider, was den letzten Fall betrifft, im Ungewiffen, worauf ich als auf eine fehr empfindliche Lücke des Berichtes über feine Unterfuchungen aufmerkfam machen mufs. Allerdings wird die Lücke durch die Schlüffe, die er aus feinen Unterfuchungen zieht, fo ziemlich ausgeglichen; es wäre aber jedenfalls am beften, wenn fie überhaupt nicht vorhanden wäre.

Nachdem Waller das Experiment in verfchiedenen Modificationen wiederholt hatte (der kurze Bericht fagt leider ohne nähere Angabe der Variationen einfach „en variant l'expérience de différentes manières") glaubte er fich zu der Annahme berechtigt, dafs die Hauptrolle in diefen Erfcheinungen trophifche Functionen und Centren fpielen. Er verlegte alsdann das trophifche Centrum der motorifchen Nerven in's Rückenmark felbft und fpeciell in die Vorderhornzellen, während er als trophifches Centrum der fenfiblen Fafern die Spinalganglien in Anfpruch nahm. Es bedarf keiner weiteren Auseinanderfetzung, um zu zeigen, dafs zu den angeführten Refultaten diefe Erklärung ganz gut paffft.

Mehrere haben diefe Experimente Waller's wiederholt, und alle find in merkwürdiger Uebereinftimmung zu denfelben Schlüffen gekommen, die Waller aus feinen Experi-

fie fogar bis zu einer gewiffen ebenfalls atrophirten Ganglienzellengruppe verfolgen könnte. Ich mufste aber im Text die Angabe referiren, nach der fie erhalten bleiben, erftens weil fie in jüngerer Zeit erfolgt ift, und zweitens, weil fie zu der Annahme der „bipolaren Einwirkung" unbedingt notwendig ift.

menten gezogen hat. Schiff*), Bidder(5) und Stiénon (nach eigenen Experimenten) nehmen ſie unbedingt an. Pathologiſche Beobachtungen und ein Miſsverſtändniſs (vergl. S. 21) geſellten ſich hinzu, um die Glaubwürdigkeit der Schlüſſe zu erhöhen und ihnen die allgemeine Annahme zu ſichern. Heutzutage ſind ſie als Lehrſatz in den Lehrbüchern der Phyſiologie zu treffen**).

Kurz nachdem Waller ſeine erſte Note der Oeffentlichkeit übergeben hatte (1851), trat Axmann (1853) (2) auf, der in einer Reihe ſehr ſorgfältiger Unterſuchungen und mit Zuziehung der Literatur die Kenntniſſe über die phyſiologiſche Rolle der Spinalganglien zu fördern ſich vorgenommen. Es ſcheint aber, daſs die Arbeit Waller's ihm unbekannt geblieben iſt, da er in ſeiner längeren Abhandlung nicht eine entfernte Anſpielung auf die kurze Note Waller's macht.

Die Unterſuchungen Axmann's wurden in verſchiedener Weiſe vorgenommen und zwar immer beim Froſch. 1) Er extirpirte Gehirn und Rückenmark (natürlich bei Erhaltung der Med. oblongata) und conſtatirte das Fortbeſtehen der normalen Ernährung der Gewebe. 2) Er ſchnitt den aus dem Ganglion austretenden Nervenſtamm zwiſchen Ganglion und Ramus commun. durch, und zwar that er das an den Nerven der unteren Extremität; er beobachtete groſse Veränderungen, die in Verbleichung der Haut, Erweichung und Zerreiſsbarkeit der Gewebe beſtanden, und in deren Gefolge Extravaſate, Auflöſung und Verminderung der Blutkörperchen, Ceſſion der Secretion der Galle und des Urins, Waſſerſucht mit Harnſäure und Gallenfarbſtoff der hydropiſchen Flüſſigkeit auftraten. Er ſchloſs daraus, daſs die Spinalganglien der Ernährung und der Secretion vorſtehen, — da Rückenmark und Gehirn, welche bei der Durchſchneidung des peripheren Nerven eben-

*) von Erb, Krankh. des Nervenſyſtems, in Ziemſsen's Handl. der spec. Path. angegeben.

**) verg. Landois Lehrb. der Phyſiol. II. Aufl. S. 652.

falls ausgeſchaltet werden nach 1) von keinem Einfluſs auf die Ernährung ſind. Den aus 2) gezogenen Schluſs ſah er noch durch 3) und 4) bekräftigt. 3) Bei Durchſchneidung der Rami communicantes — in welchen nach dieſem Autor Faſern vom Sympathicus zu den Spinalganglien und den centralen Organen, wie andererſeits von dieſen zum Sympathicus verlaufen ſollen — traten Veränderungen in der Ernährung der Unterleibsorgane auf. 4) Durchſchneidung der cerebroſpinalen Nerven dicht unter dem Zutritt der R. comm. bedingte ebenfalls Unregelmäſſigkeit des Blutlaufs, Schwund der Strahlen der Pigmentzellen, Blaſenbildung der Epidermis etc.

Dieſe wichtigen von Axmann angegebenen Thatſachen erfuhren leider das traurigſte Schickſal, welches Forſchungen widerfahren kann, ſie wurden einfach todtgeſchwiegen. Nur Lothar Meyer*) trat einem Punkte der Axmann'ſchen Angaben entgegen, der die Strahlen der Pigmentzellen betraf. Sie wurden ſozuſagen von den Waller'ſchen Angaben einfach überflügelt, und ſind eigentlich nie zur Geltung gekommen.

Und doch hätten dieſe Angaben ſehr leicht bekannt werden können. Kurze Zeit nachher fanden ſie nämlich eine pathologiſche Illuſtration in v. Bärenſprung's (3) Beobachtungen bei Herpes zoſter. Genannter Forſcher fand bei einem mit Herpes zoſter, der das Verbreitungsbezirk der 6—8 Intercoſtalnerven betraf, behafteten, an Tuberculoſis geſtorbenen Knaben roſige Färbung des Neurilems der betreffenden Nerven diesſeits der Spinalganglien, und die Spinalganglien ſelbſt pathologiſch verändert. Es ſtimmt das nun mit den Axmann'schen Experimenten vortrefflich überein, weil wir hier Störungen in der Ernährung der Haut wahrnehmen, durch die auf pathologiſchem Wege ſtattgefundene Ausſchaltung der phyſiologiſchen Function der Spinalganglien.

Die Beobachtung v. Bärenſprung's, der nebenbei geſagt, als Urſache der Naevi pigmentosi eine im foetalen Leben

*) In Virchow's Arch. Bd. 6.

ſtattgefundene Erkrankung der Spinalganglien anſieht, wurde von mehreren Forſchern wiederholt beſtätigt und es wurden keinerlei Bedenken dagegen erhoben. Erſt in der allerjüngſten Zeit iſt angegeben worden, daſs Herpes auf der Haut nach Traumen des Rückenmarks, bei welchen die Vorderhörner am meiſten leiden, entſtehen. Dieſe Angabe, die von Irſai und Babes in Buda-Peſt [17] ſtammt, iſt von der gröſsten Wichtigkeit, da ſie ein eigenthümliches Streiflicht wirft auf eine ſcheinbar abgeſchloſſene Frage, die die trophiſchen Centren der motoriſchen Faſern im Rückenmark betrifft.

Wie es aus der anatomiſchen Einleitung erhellt, iſt man über die Hauptfragen noch nicht einig und wird zu einer Einigung ſo bald wohl noch nicht kommen. Die reine mikroſkopiſche Unterſuchung hat bis jetzt entſchieden im Stich gelaſſen; ſie hat es durch ihre einander widerſprechenden Ergebniſſe dazu gebracht, eine ſchwer auszufüllende Kluft zwiſchen den verſchiedenen Meinungen zu öffnen. In Anbetracht deſſen hielt ich für angezeigt, in der Löſung dieſer Fragen die experimentelle Methode zu Hülfe zu nehmen, wie ja bekanntlich bei anatomiſchen Forſchungen das Experiment vielfach zu Hülfe genommen wird.

Dies Experiment benützte ich zugleich zur Erforſchung der phyſiologiſchen Verhältniſse.

Zwei, wenige Tage alten Kaninchen wurde der Rückenmarkkanal geöffnet, und zwar indem man durch entſprechende Schnitte das hintere Bogenſtück der 10—12. Wirbel ablöſen und umklappen konnte. Das Rückenmark wurde oben und unten durchſchnitten und dann ohne Schwierigkeiten entfernt. Bei der Entfernung riſsen die Wurzeln aus, die dem zufolge mit ihren Ganglien zurückgeblieben waren. Nach vollzogener Operation, zu der keine Narkoſe nöthig iſt, da die Thierchen in dieſem Alter ſehr wenig Empfindung zu Tage legen, wurden

ſie der Sorge der Alten übergeben, die bekanntlich die in den erſten Lebenstagen auch ſonſt hilfloſen Jungen mit groſser Sorgfalt pflegen.

Die Thierchen waren in Folge der Operation der motoriſchen Kraft und der Empfindung an den hinteren Extremitäten verluſtig gegangen; dagegen ging ſowohl die Urinſecretion als die Kothentleerung weiter normal von Statten, da deren Centren bekanntlich im Lendenmark ſich befinden.

Als man die Thiere etwa nach einem Monat unterſuchte, konnte man folgendes bemerken: Bei dem Verſuche ſich fortzubewegen, ſetzten die Kaninchen die noch dem Willen untergebenen vorderen Extremitäten vor, die hinteren dagegen blieben wegen der angeführten Einbuſſe an Motilität ruhig. Letztere wurden nur, wie man ſich leicht denken kann, beim Vorſetzen der vorderen Extremitäten leicht geſtreckt. Die Rumpfmuskel zogen alsdann das gelähmte Hintertheil, um es den vorderen Extremitäten anzunähern. In dem Momente, wo dieſer Zug ausgeführt wurde, fand eine leiſe Andeutung einer Zuckung an den gelähmten, etwas geſtreckten hinteren Extremitäten ſtatt, die aber ohne jeglichen Einfluſs auf die Fortbewegung war. Wenn man das Thier dann am Kopfe faſste und hob, ſo daſs die Extremitäten ohne Stütze blieben, ſah man, daſs bei Ruhigbleiben der in normalen Zuſtande befindlichen vorderen Extremitäten, die hinteren in ſtarke Zuckungen geriethen, die mit der Regelmäſſigkeit einer Maſchine vor ſich gingen. Stützte man die eine Extremität, ſo blieb ſie ſtill während die andere fortzuckte. Man konnte ebenfalls letztere durch Stützen zur Ruhe bringen. Es muſs aber hervorgehoben werden, daſs der ſtützende Finger keinen Druck verſpürte, wie es etwa bei einem Verſuch die Zuckung fortzuſetzen, zu erwarten wäre. — Wenn man das Thier mit dem Bauch nach oben gekehrt auf der Hand hielt, ſo blieben alle vier Extremitäten ruhig, ſtreckte man eine der hinteren, ſo zog ſie ſich jedesmal energiſch zuſammen. — Da nun, wie mir die Section ergab, keine Ver-

wachſung zwiſchen den zwei Rückenmarksſtümpfen erfolgt war, dürften obige Erſcheinungen in dem Sinne ausgelegt werden, daſs durch den Zuſtand der hinteren Extremitäten, welche in der nach der Operation verfloſſenen Zeit gelähmt waren, eine derartige Modification in den Einrichtungen des mit dem Gehirn nicht in Verbindung ſtehenden Rückenmarks bedingt wurde, daſs die Streckung ihrer Muskel als Reiz zur Auslöſung reflectoriſcher Bewegungen wirken konnte. — Weiterhin konnte man beobachten, wie durch leichtere Reizungen, Kitzeln etc. reflektoriſche Bewegungen ausgelöſt werden konnten und wie auf ſtärkere Reize, wie Kneifen etc., lebhafte Abwehrbewegungen ſogar mit dem Ausdrucke des Schmerzes eintraten, ſo daſs man ſich lebhaft an die Experimente mit dem decapitirten Froſch erinnern muſste.

Die angeführten Thatſachen ſind übrigens Hr. v. Gudden ſchon ſeit einer längeren Reihe von Jahren bekannt, und wurden bei Gelegenheit meiner Unterſuchungen höflichſt von ihm wieder konſtatirt. —

Die Verſuchsthiere wurden erſt getötet, als die nachlaſſende Sorge der Alten und ihr eignes Unvermögen wegen der Lähmung ſich ſelbſt rein zu halten, es für wünſchenswerth erſcheinen lieſs. — Die Section ergab, daſs keine Verwachſung der Rückenmarksſtümpfe eingetreten war; weiterhin daſs die Ganglien, die beim Entfernen des Rückenmarkes zurückgeblieben waren, etwas kleiner waren als die normalen. Weder am Rückenmark, noch an der dem Rückenmarke zugekehrten Seite der Ganglien war ein Ueberbleibſel von Faſern zu ſehen. In der peripheriſchen Richtung ging von den Ganglien ein dünner weiſser Nerv ab. — Die Ganglien wurden zum Theil mit Osmium behandelt, zum Theil in chromſauren Kali gehärtet und mit Carmin gefärbt. Die mikroskopiſche Unterſuchung der ſo behandelten Ganglien ergab zunächſt den Grund der Verkleinerung, indem ſie dieſelbe auf die völlige Abweſenheit der durchziehenden motoriſchen Faſern und der zutreten-

den fenfiblen Fafern zurückführte. Weiterhin liefs fie den an dem Ganglien abgehenden dünnen Nerv als aus ganz normalen dunnen Fafern beftehend erfcheinen. Im Durchfchnitte fah man wie fie aus den Zellen zu Bündelchen zufammenliefen. Von buntem Durcheinander der Fafern war in diefen Schnitten nichts zu fehen. Die Zellen felbft zeigen die normale Gröfse und fonft auch keinen Unterfchied von Schnitten normaler Ganglien deffelben Thieres. Dies Unverändertbleiben der Zellen ift befonders wichtig und mufs demzufolge auch feftgehalten werden.

In einer zweiten Reihe von Verfuchen wiederholte ich an erwachfenen Kaninchen, bei denen die zur Operation erforderlichen günftigen Umftände auch vorhanden find, die eigentlichen Waller'fchen Experimente.

Die Operation ift ziemlich einfach. Man fchneidet am Nacken (zweckmäfsig bei Aethernarkofe) die Haut des Kaninchens unterhalb der Protub. occip. ext. durch und dringt allmählich hinunter. Man fucht den Fortfatz des Epistropheus zu gewinnen, und arbeitet, bis er frei da liegt. Dann fchiebt man die Muskulatur, die auf den Platten des Epistropheus liegt ftumpf hinunter, und man gelangt in der Weife auf das zwifchen Epistropheus und Atlas austretende Ganglion. Nunmehr kann man entweder eine Wurzel oder beide, oder auch den austretenden Stamm durchreifsen, bezw. durchfchneiden. Das einfache Durchfchneiden hat den Nachtheil, dafs die zwei Stümpfe fich gegeneinander legen können und wieder verwachfen, was der Reinheit des Experimentes Eintrag thun könnte. In diefer Beziehung find mir felbft die urfprünglichen Waller'fchen Experimente verdächtig, da Waller von Regeneration bei einer Gelegenheit fpricht, wo von einer folchen kaum die Rede fein dürfte (vergl. die erfte Note). Davor bewahrt jedenfalls die Vorficht das Schnittende umzubiegen und irgendwohin zu ftecken, wo es nicht leicht mit dem anderen in Berührung kommen kann.

Viel ſicherer aber iſt die Durchreiſsung, die dagegen das Unangenehme hat, daſs durch die bei derſelben anzuwendenden Gewalt leicht Verletzungen eintreten können. Es iſt dies auch in meinen Unterſuchungen in der That einmal vorgekommen, was mich veranlaſst hat, den betreffenden Fall ganz zu caſſiren. — Man näht dann die behufs ſicheren Operirens umfangreich gemachte Wunde wie gewöhnlich zu.

Meine Ergebniſſe ſtimmen im Groſsen und Ganzen mit den Waller'ſchen überein, nur habe ich ergänzende Beobachtungen mitzutheilen, die der Sache aber anderes Ausſehen verleihen. (Waller gibt an, daſs er die Thiere nach 10—12 Tagen tötete, ich that es nur theilweiſe, und lieſs ſie gröſstentheils viel länger, bis zu 2 Monaten leben.)

Erſtens: ich beobachtete, daſs conſtant in allen Fällen, wo beide Wurzeln abgeriſſen worden ſind, die aus dem Rückenmarke zurückgelaſſenen Stümpfe, ſowohl der hintere, wie auch der vordere, vollſtändig verſchwunden waren. Zweitens: ich war nicht glücklich genug am Ganglion ſelbſt Ueberbleibſel von erhaltenen ſenſiblen Faſern mit der Richtung nach dem Centrum zu treffen. Da nun aber das Experiment öfters vorgenommen wurde und die Erſcheinung nie zu Tage trat, ſehe ich mich veranlaſst gegen die betreffende Angabe eine ablehnende Haltung einzunehmen. Drittens: das Ganglion ſelbſt bleibt bei Durchſchneidung der Faſern zwiſchen ihm und Rückenmark — entweder nur der ſenſiblen oder der motoriſchen und ſenſiblen — wohl erhalten: dagegen geht es bei Durchtrennung der peripheriſchen Faſern zu Grunde. Waller hat den zweiten Theil dieſer dritten Beobachtung (Erhaltung des Ganglions bei peripherer Durchſchneidung der Nervenfaſern) nicht angegeben.

Endlich bot mir ein glücklicher Zufall Gelegenheit zur Unterſuchung des Ganglions Gasseri eines Kalbes, bei welchem durch abnorme Entwickelungsvorgänge der rechte Trigeminus gar nicht zur Entwickelung gekommen war. Das

Ganglion Gasseri befand ſich ohne jegliche Kommunikation mit dem Gehirn und ſendete Faſern nach der Peripherie ab. Ich unterſuchte, von den durch dieſe Faſern gebildeten Nerven, den Infraorbitalis, der ein anſehnliches Bündelchen darſtellte. Die mikroskopiſche Unterſuchung (Behandlung mit Osmiumſäure) ergab, daſs dieſer Nerv, der im Vergleich mit dem normalen Infraorbitalis der anderen Seite beträchtlich dünner war, und zugleich grau ausſah, vollſtändig normale Faſern enthielt, die nur den Eindruck machten, als wären ſie von kleineren Kaliber, als die des Infraorbitalis der anderen Seite. Die Faſern waren in Bündelchen angeordnet, die von einander durch reichliches Bindegewebe getrennt waren. Das Ganglion ſelbſt beſtand aus ganz normalen Zellen, wie das, welches mit dem Trigeminus in Verbindung ſtand. — Das pathologiſche Vorkommniſs muſs als eine ſehr ſchöne Wiederholung der oben angeführten Experimente bei Kaninchen gelten, da man, und zwar höchſt wahrſcheinlich mit Recht, dem Ganglion Gaſſeri, welches denſelben Bau beſitzt wie die Spinalganglien, eine vollſtändige gleiche Rolle zuſchreibt, wie dieſen letzteren Gebilden.

Aus der hiſtoriſchen Ueberſicht des auf dem phyſiologiſchen Gebiete Geleiſteten geht hervor, daſs z. Z. zwei Anſichten über die phyſiologiſche Rolle der Spinalganglien vorliegen. Dieſelben ſtehen in ſcheinbarer Uebereinſtimmung da, in Wirklichkeit aber befinden ſie ſich in ſchroffem Gegenſatz zu einander. Sowohl die Waller'ſche wie die Axmann'ſche Anſicht beſagt nämlich, daſs wir in den Spinalganglien ein trophiſches Centrum zu ſuchen haben. Sie differiren aber bedeutend in der Angabe des Gewebes, welches Gegenſtand dieſer trophiſchen Einwirkung ſein ſoll.

Nach Axmann begeben ſich die in den Spinalganglien entſpringenden Faſern gröſstentheils in die Peripherie, wo ſie

die Ernährung der peripherifchen Gewebe, alfo der Haut etc. beforgen müffen. Pathologifche Zuftände in diefen Fafern würden eine anomale Ernährung zur Folge haben. Damit ftimmt die Beobachtung v. Bärenfprungs, wie angegeben, vollkommen überein.

Es könnte fogar noch Folgendes zu Gunften der Axmann'fchen Hypothefe angeführt werden, worauf meines Wiffens noch Niemand aufmerkfam gemacht hat. — Allgemein bekannt ift die Controverfe über die trophifchen Eigenfchaften des Ganglion Gafferi: einerfeits hält man die nach Durchfchneidung des Trigeminus nach dem Austritt vom Ganglion eintretenden Veränderungen für vom Wegfall der trophifchen Einwirkungen des Ganglions abhängig, andererfeits ftellt man jegliche trophifche Einwirkung diefes Gebildes vollftändig in Abrede, indem man die am Auge eintretenden Verheerungen auf Rechnung der erlofchenen Senfibilität fetzt. Wie dem nun auch fei, eins mufs ich betonen, dafs, wenn man dem Ganglion Gafferi eine trophifche Einwirkung zuerkennen und eine Analogie daraus für die Funktion der Spinalganglien ziehen will, man keineswegs berechtigt ift, das zu Gunften der bald zu befprechenden Waller'fchen Anficht zu thun, wie es ausfchliefslich gefchehen ift, fondern nur zu Gunften der Axmann'fchen Anficht. Wenn nach Durchfchneidung des Trigeminus nach deren Austritt aus dem Ganglion wirklich trophifche Störungen eintreten, kann man, wenn man der Anficht Axmann's beitritt, das ganz gut durch den Wegfall der trophifchen Einwirkungen der Nerven erklären. Dafs man dagegen dies in keiner Weife für die Waller'fche Anficht verwerthen kann, wird aus Folgendem leicht erfichtlich fein.

Ich gedenke der Axmann'fchen Anficht keine Erörterung zu Theil werden zu laffen, da, wie in der hiftorifchen Ueberficht fchon angegeben worden ift, fie eigentlich nie zur Geltung gekommen ift. Neuerdings fcheint Weifs[19], deffen Arbeit

mir leider im Original nicht zugänglich war, diefer Anficht beigetreten zu fein, da er auch die trophifchen Centren für die Haut in die Spinalganglien verlegt.

Ich unternehme dagegen die vorherrfchende Anficht, die Waller'fche, einer genauern Prüfung zu unterziehen, da ich bisher nicht erhobene Einwände gegen diefe Anficht geltend machen will.

Die Waller'fche Anficht geht, im Gegenfatz zu der eben befprochenen Axmann'fchen dahin, dafs die aus den Spinalganglienzellen austretenden Fafern eine trophifche Einwirkung nicht auf die peripheren Gebilde, fondern auf die fenfiblen Nervenfafern felbft ausüben. Richtiger follte man eigentlich fagen, dafs nach der Waller'fchen Anficht die im Verlauf der fenfiblen Fafer eingefchaltete gangliöfe Anfchwellung mit dem Dienfte betraut ift, auf diefe fenfible Fafer, als auf ein Gewebe des Körpers, eine trophifche Einwirkung auszuüben, derart, dafs, wenn ihre Einwirkung der fenfiblen Fafer abhanden kommt, letztere nicht mehr lebensfähig ift und demgemäfs auch der Atrophie anheimfällt.

Der Unterfchied in den zwei Anfichten, um es nochmals zu betonen, liegt alfo an der Verfchiedenheit des in feiner Ernährung zu beeinflufsenden Gegenftandes.

Die Waller'fche Anficht hat, wie in der Einleitung angegeben, eine pathologifche Illuftration erfahren, die aber jedenfalls nicht fo zweifellos liegt, wie die der Axmann'fchen.

Nachdem Luys behauptet hatte, dafs bei der Tabes fpinalis die Spinalganglien die regreffive Degeneration durchmachen und dafs in den Ganglienzellen bei diefer Gelegenheit grofse Mengen von Fettkörnchen zu fehen find, machten zunächft Charcot und Vulpian ([11]) dann Vulpian allein ([15]) die Beobachtung, dafs die Sache fich nicht fo verhält, dafs nämlich die fenfiblen Fafern nicht in ihrem ganzen Verlaufe degeneriren, fondern nur in der kurzen Strecke zwifchen Ganglion und Rückenmark, während der periphere Stamm erhalten

bleibt, und das Ganglion vollſtändig unbetheiligt an den Degenerationsvorgängen erſcheint. Das Ganglion würde ſomit in dieſen Fällen, Dank ſeiner trophiſchen Eigenſchaft, die dieſe Autoren annehmen und zugleich nachweiſen wollen, das weitere Fortſchreiten der Degeneration in ihrer Richtung vom Rückenmark und der Peripherie verhindert, ihr gleichſam eine „barrière infrachissable“ (nach dem Ausdruck Vulpian's) geboten haben. Daſs die Sache aber nicht ſo einfach und klar gelagert iſt, konnte Vulpian nicht entgehen und er geſteht in weiterm Verlauf ſeiner Note ſeinen „embarras“ zu einer wirklich über alle Zweifel erhabenen Motivirung des Befundes. Dieſelbe Beobachtung wurde weiterhin von Schüppel wiederholt, und neuerdings von Déjérine.*) Man findet ſie ſogar in der Schrift Arndt's, da er bei ſeinen Unterſuchungen die Ganglien eines Tabetikers benützt hat, ohne von irgend einer Veränderung in ihnen zu ſprechen.

Ich bin der feſten Ueberzeugung, daſs dies Vorkommen bei der Tabes der Waller'ſchen Anſicht keine Stütze verleihen kann. (Vergl. S. 31.)

Ich gehe hierbei nicht auf die Controverſe ein, ob die Nervenfaſern eines Nährcentrums bedürfen, um fortleben zu können. Man könnte über die Berechtigung der Aufſtellung von trophiſchen Centren für das Nervenſyſtem wohl zu Genüge ſtreiten. Da ich jedoch auf ſolche Meinungsverſchiedenheiten mich nicht einlaſſen will, nehme ich als erwieſen an, daſs es wirklich Nährcentren für die peripheren Faſern des Nervenſyſtems gibt.

Wir gelangen nunmehr zu der Frage: Wie ſoll man es ſich vorſtellen, daſs die Ernährung der ſenſiblen Faſern durch die gangliofpinalen beeinflufst wird. Darüber gibt es zweierlei Anſichten. Ich werde ſie referiren, ohne weitere Bemerkungen daran anzuknüpfen. Waller iſt, wie es aus ſeinen kurzen Berichten hervorgeht, der Anſicht, daſs die gangliofpinale

*) Neurol. Centralbl. 1882, 7. Aus der Société de Biologie.

Zelle im Verlaufe der fenſiblen Faſer ſich befindet, ſie gleichſam unterbricht und dadurch „une action bipolaire“ auf ſie ausübt. Sie beſorgt nämlich die Ernährung der Faſer ſowohl in ihrem Verlaufe im Rückenmark, wie auch in ihrem peripheren Verlaufe. Wird der periphere Theil durch Durchſchneidung des aus dem Ganglion austretenden Stammes vom Ganglion abgetrennt, ſo verfallen die peripheren Faſern der Degeneration; wird dagegen der centrale vom Spinalganglion abgetrennt, durch Schnitt zwiſchen Rückenmark und Ganglion, ſo verfallen die centralen Faſern der Degeneration. — Ranvier dagegen und Stiénon glauben, daſs der trophiſche Einfluſs der Spinalganglien auf die fenſible Faſern in der Form der T Faſer übertragen wird. Der aus der Zelle austretende Ausläufer begebe ſich in die Faſer, um ihr die trophiſche Einwirkung zu Theil werden zu laſſen. Dieſe Einwirkung müſste aber centripetal und centrifugal ſtattfinden, indem wahrſcheinlich der Axencylinder des Auslaufers ſich theilt und die zwei Richtungen einſchlägt.

Aber auch über die Art der Einwirkung ſtehen zwei Anſichten ſich gegenüber. Während Waller annimmt, daſs die ernährende Faſer die zu ernährende durch Zufuhr von Material etc. ernährt, glauben Cl. Bernard und Ranvier andererſeits, daſs die Ganglienzellen inſofern von Wichtigkeit für die Ernährung der Faſern ſind, als ohne ſie eine zu lebhafte Ernährung bei dieſen ſtattfinden würde, wobei die Kerne ſich auf Koſten der Nerven nähren ſollten etc. Sie ſtützen dieſe Anſicht auf Beobachtungen bei der nach Durchſchneidung auftretenden Nervendegeneration. Coſſy und Dejerine*) geben allen dieſen Vorgängen eine andere Deutung, nähern ſich alſo der Waller'ſchen Annahme.

Ich ſagte bei der Mittheilung meiner Ergebniſſe, daſs

*) Recherches sur la dégénérescence des nerfs séparés de leurs centres trophiques Archiv. de Physiol. 1875.

trotzdem ſie nicht im ſchroffen Gegenſatz zu den Waller'ſchen ſich befinden, dennoch gar manches berechtigen dürfte, aus denſelben einen anderen Schluſs zu ziehen. Den angeführten, von den Waller'ſchen Reſultaten abweichenden drei Punkten meiner Unterſuchungen kann nämlich unmöglich eine Erklärung gegeben werden, die zu der ganzen Anſicht Waller's paſste und ihr keinen Eintrag thäte.

Schon der erſte, d. i. die Conſtatirung der Thatſache, daſs bei Durchſchneidung, bezw. Durchreiſſung der Wurzeln zwiſchen Ganglion und Rückenmark die centralen Faſern beider Wurzeln atrophiren, ſteht mit ſeinen Conſequenzen der Waller'ſchen Anſicht entſchieden feindlich entgegen. Der Satz des Fortbeſtehens der centralen Faſern der motoriſchen Wurzel iſt eine conditio sine qua non zur Aufrechthaltung des ſchönen Gebäudes, welches man auf den Waller'ſchen Angaben errichtet hat. Wenn ich behaupte, daſs nach kurzer Zeit, von den centralen Faſern der motoriſchen Nerven am Rückenmark nichts zu ſehen iſt, ſtellt ſich ſofort der Zweifel ein, ob wirklich ein trophiſches Centrum für die motoriſchen Faſern exiſtire. Unbeſchadet desſelben, könnte doch wohl noch ein trophiſches Centrum für die ſenſiblen Faſern in den Spinalganglien angenommen werden; die Theorie würde aber immerhin an ihrer Sicherheit verlieren. Es fragt ſich aber mit Recht, können wir auf Grund des Zugrundegehens der centralen Faſern der motoriſchen Wurzel eine Anſicht ohne Weiteres von der Hand weiſen, deren Annahme von einer groſsen pathologiſchen Caſuiſtik befürwortet wird? Iſt eine andere Auslegung der Thatſache nicht möglich? Ich denke wohl, ſie greift aber bedeutend ſchärfer in die Waller'ſche Anſicht ein. Man könnte die Sache ſich folgendermaſſen vorſtellen. Das trophiſche Centrum für die motoriſchen Faſern, deſſen Lage in den Vorderhornzellen durch zahlreiche pathologiſche Erfahrung als erwieſen gelten kann, ſchützt dieſelben vor baldigem Zugrundegehen nicht. Es iſt deshalb gerechtfertigt, daſs wir die

trophiſche Kraft, welche die Faſern in dem Zeitraume des Experimentes beſtehen läſst, auch dem hypothetiſchen, angeblich in den Spinalganglien gelegenen trophiſchen Centrum für die ſenſiblen Faſern, abſprechen. Es gebricht vollſtändig an einem Grunde, um dieſem Centrum eine gröſsere Energie und Zähigkeit zuzuſchreiben. Eine Thatſache iſt es aber und bleibt es, daſs nach Durchſchneidung der ſenſiblen Faſern zwiſchen Rückenmark und Ganglion, austretende Faſern aus dem Ganglion erhalten bleiben, ſolche dagegen bei der Durchſchneidung des austretenden Stammes zu Grunde gehen. Dieſe Thatſache wird aus dem Angeführten nicht erklärt.

Es handelt ſich eben bei dieſer Erſcheinung nicht um Bewahrung der ſenſiblen Faſern. Dieſe gehen in beiden Fällen entſchieden zu Grunde. Es handelt ſich im Gegentheil um die Erhaltung einer eigenen Faſergattung, die aus den Ganglienzellen entſpringt. Blieben nämlich die ſenſiblen Faſern erhalten, ſo hätten wir keine Atrophie im austretenden Stamm zu verzeichnen, die aber doch vorkommt.

Zum zweiten Punkte führte ich an, daſs ich gegen das Fortbeſtehen centralwärts gerichteter, mit dem Ganglion in Verbindung ſtehender ſenſiblen Faſern eine ablehnende Stellung einnehmen muſs, da es gewiſs anzunehmen iſt, daſs beim oft wiederholten Experimente das eine oder das andere Mal Faſern aus Ganglien zurückbleiben würden, die dann laut Angabe Waller's geſund angetroffen werden muſsten. Aber ſelbſt wenn ich zugeben wollte, daſs ich keine normale centralwärts gerichtete Faſern gefunden habe, eben weil keine bei der Ausführung des Experimentes zurückgelaſſen wurden, treten zu meinen Gunſten die path. Beobachtungen auf. Es wurde nämlich bei den erwähnten Tabesfällen beobachtet, daſs die Degeneration bis dicht an's Ganglion herantrat, was nicht mit den Waller'ſchen Angaben übereinſtimmt. Dieſe Beobachtungen laſſen mich meinen Einwand entſchieden feſthalten. — Aber dieſes Moment fällt wiederum gegen die Waller'ſche

Anſicht ſchwer in die Wagſchale, da es ſie einer bedeutſamen Stütze beraubt.

Es berührt mich ſehr eigenthümlich, daſs Waller, wie angegeben, der in meinem dritten Punkte angegebenen Thatſache, d. i. der Erhaltung des Ganglions nach Trennung der Wurzeln und Zugrundegehens derſelben nach Trennung des peripheren Stammes keine Erwähnung thut. Letzteres beſonders iſt von durchſchlagender Bedeutung. Wenn er nämlich ſagt, die Zelle übe ihre trophiſche Einwirkung nach beiden Richtungen, jedoch das Ganglion bei peripherer Durchſchneidung zu Grunde geht, ſo hat man volles Recht zu entgegnen, daſs dies Gebilde den centralen Faſern gegenüber ſich ſehr ſtiefmütterlich verhält, — wofür aber kein Grund zu erſehen iſt.

Der Grund der Erſcheinung iſt meines Erachtens ein anderer; es iſt einfach die Unipolarität der Ganglienzelle. Damit komme ich zu einem Haupteinwand gegen die Waller'ſche Theorie, der wie ich glaube, derſelben jeden Boden entzieht.

Die von der erſten Verſuchsreihe gewonnenen ſehr reinen Bilder geben mir die Berechtigung unipolare Zellen in den Spinalganglien anzunehmen. Dieſe Bilder fallen nämlich auf, einerſeits durch die kleine Anzahl der aus der Ganglion entſpringenden Faſern und andererſeits durch das unveränderte Fortbeſtehen der Zellen.

Bedenke man nun Folgendes: Wenn die Ganglienzellen nicht unipolar ſind, ſo können ſie bipolar oder multipolar ſein, Apolar könnten ſie höchſtens in verſchwindend kleiner Anzahl ſein. Berückſichtigen wir ſpeciell den Fall, in dem ſie bipolar ſind. Die Schlüſſe richten ſich auch gegen die Annahme von multipolaren. Sind ſie bipolar, ſo kann zweierlei angenommen werden. Entweder ſie ſind im Verlaufe einer ſenſiblen Faſer eingeſchaltet, ſie gehören factiſch den ſenſiblen Faſern, oder

ſie beſtehen unabhängig für ſich, indem ſie zwei Ausläufer beſitzen, von denen der eine nach der Peripherie, der andere nach dem Centrum zieht. (Ueber den Fall, daſs die beiden Fortſätze nach der Peripherie ziehen, vergl. S. 29). Im erſten Falle müſsten nach Zerſtörung der centripetalen Faſern die centrifugalen doch in voller Zahl beſtehen, was mit ſich bringen würde, daſs die austretenden Faſern in ungleich gröſserer Anzahl ſich vorfänden, da die eintretende ſenſible Wurzel gröſser iſt, als das bei dieſen Präparaten austreten zu ſehende dünne Bündelchen. Gegen die zweite Annahme ſtütze ich mich auf den zweiten der oben angeführten Gründe, der ſelbſtverſtändlich auch gegen die erſte Annahme geltend gemacht werden kann. Beſäſse nämlich die Zelle zwei Ausläufer, ſo könnte man mit Fug und Recht erwarten, daſs die Atrophie des einen Ausläufers bedeutende Veränderungen in der betreffenden Zelle bedingte, wenigſtens was die Gröſse derſelben betrifft. Der Umſtand aber, daſs dies nicht der Fall iſt, deutet mit ziemlicher Sicherheit darauf hin, daſs die Zelle keinen weitern Ausläufer hat als den peripheren. Daſs die Zelle ſich gegen die Durchſchneidung ihres über alle Zweifel exiſtirenden Ausläufers ſich ſehr empfindlich verhält, zeigt ihr Zugrundegehen nach peripherer Durchſchneidung der Nerven. Man könnte aber einwenden: es iſt wahr, daſs nach centraler Durchtrennung das Ganglion zu Grunde geht und nach peripheriſchen erhalten bleibt, das kommt aber daher, daſs bei peripheriſcher Durchſchneidung die Zellen des Mittels beraubt werden ihre Function in den peripheren Organen zu entfalten und ſomit einer Inactivitätsatrophie anheimfallen. Demgegenüber iſt aber feſtzuhalten, daſs das Vorhandenſein eines Ausläufers nach dem Centrum der ſicherſte Beweis wäre, daſs die Zelle zur Entfaltung ihrer Energie eines Reizes, eines Impulſes vom Rückenmark bedarf. Fällt dieſer Reiz, dieſer Impuls vom Rückenmark bei der centralen Durchſchneidung weg, ſo kann die Zelle nichts mehr

zu Stande bringen; ſie iſt zur Unthätigkeit verurtheilt und mufs daher wiederum an Inactivitätsatrophie zu Grunde gehen. — Dafs die Zelle eigene Lebensfähigkeit beſitzt, iſt aufser Zweifel; ich wiederhole es aber: den Fall geſetzt, dafs ſie mit dem Rückenmark in Verbindung ſteht, kann man nicht umhin den Bedarf eines Reizes zur Ausführung einer That aufrecht zu erhalten, nach deſſen Wegfall die That unterbleibt und wegen Mangels an Erregung Inactivitätsatrophie eintritt. Die Fälle, bei denen die beſprochenen Verhältniſſe ſich zeigten, wären beſonders günſtig, um Veränderungen in den Ganglien aufzuweiſen. Die Kaninchen, die in ihren erſten Lebenstagen der Operation unterworfen wurden, hatten wohl Zeit genug in dem nachfolgenden Monat Veränderungen in den Ganglien zu erleiden, die gar nicht zu überſehen wären. Ebenfalls das Kalb, bei welchem, trotzdem das Ganglion nicht in centraler Verbindung mit dem Trigeminus ſtand, doch letzteres ganz normale Zellen beſafs, was auf die vollkommene Unabhängigkeit derſelben hindeutet. Bei Abhängigkeit nämlich des Ganglions vom Trigeminus würde es höchſt wahrſcheinlich ſich gar nicht bilden, oder doch ein kümmerliches Gebilde darſtellen. — Dass aber die zu erwartenden Veränderungen nach centraler Durchſchneidung nicht eintreffen, iſt wohl eine Erhärtung meiner Anſicht.

Nur einer Annahme gegenüber mufs ich mein Urtheil zurückhalten, ob nämlich die Spinalganglienzelle zwei Faſern beſitzt, die ſie beide nach der Peripherie ſchickt und zwar entweder urſprünglich oder indem die entſpringende Faſer ſich weiter in zwei theilt. Man könnte ſich dann vorſtellen, dafs die eine derſelben irgend einen Reiz von der Peripherie empfängt und der Zelle übermittelt, während die andere die durch die Zelle ausgelöſte Action zur Durchführung bringen würde. Vorläufig kann ich dieſer Anſicht nicht beitreten, weil mir die aus dem Ganglion austretenden Faſern in zu geringer Anzahl vorzukommen ſcheinen, als es nothwendig wäre, wenn

alle Zellen zwei Ausläufer nach der Peripherie ſchicken würden. Daſs beide Fortſätze nach der Peripherie gehen, wurde von Arndt ausgeſprochen.

Nachdem ich nun die Zelle als entſchieden unipolar*) betrachte, ſoweit der letztgemachte Einwand keine weitere Beſtätigung erfährt, ſtelle ich ſowohl die Ranvier'ſche wie die Retzius'ſche Annahme in Abrede. Da die erſte das Ver-

*) Die ſich widerſprechenden Angaben über die Reſultate bei der Zählung der ein- und austretenden Faſern genügen, um über die Zuverläſſigkeit der Methode berechtigte Zweifel entſtehen zu laſsen. Ich möchte nur bemerken, daſs die auffallende Thatſache, wonach die ein- wie austretenden Faſern in gleicher oder annähernd gleicher Anzahl beſtehen, ſelbſt wenn ſie über alle Zweifel erhoben wäre, keineswegs ein dringender Beweis der Bipolarität der Zelle ſein kann, da wohl manches vorkommen kann, welches Einfluſs auf die Zählung haben könnte. Schon Axmann gab an, daſs manche Zellen ihren Fortſatz nach der Peripherie ſchicken, während andere einen nach dem Centrum abſenden ſollen. Wenn die Anzahl der erſteren ſo groſs wäre wie die der letzteren, hätten wir nicht dasſelbe Reſultat? Aber abgeſehen von dieſer Möglichkeit, kann uns manches überzeugen, daſs die Faſern nicht immer ungetheilt das Ganglion durchgehen, ſondern daſs ſie manchmal getheilt werden. Das mögen nicht nur die Unterſuchungen Freud's deutlich bezeugen, ſondern ſelbſt die Angaben von Retzius. Wenn letzterer angibt, daſs er mehrere ſchmale und mehrere breite Nervenfaſern ſich theilen ſah, ſo iſt es nicht mehr als billig, daſs wir die Zuläſſigkeit der Annahme zugeben, wornach dieſe Faſern nicht immer decapitirte Ausläufer, ſondern mitunter echte ſenſible, vom Rückenmark herkommende Faſern geweſen ſind. Retzius hat zwar auf die Möglichkeit nicht aufmerkſam gemacht, wohl um das Bild des ſich teilenden Nervenzellenausläufers nicht zu trüben, ſie bleibt aber nichts deſtoweniger nicht angeſchloſſen. Endlich ſind die ſchleifenartigen Bildungen im Nervenſyſtem nicht unbekannt. Das Spinalg. iſt ſogar der Ort, wo man eine ſolche ſich am leichteſten vorſtellen kann. Sollten ſenſible Faſern ſchon im Ganglion zur Erzeugung der rückläufigen Senſibilität in die ſenſible Wurzel eintreten, eine nicht ohne weiteres von der Hand zu weiſende Hypotheſe, ſo würde man ſie oberhalb des Ganglions doppelt zählen, indem zu den austretenden Faſern nothwendigerweiſe von den Ganglienzellen ein Zuſchuſs kommen müſste, um das Gleichgewicht in der Anzahl herbeizuführen. Freud macht auch auf eine Anordnung der Faſern im Ganglion des Petromyzon aufmerkſam, die bei eventuellen Zählungen zu bedeutenden Irrungen führen könnte. Ich denke, daſs man aus den angeführten, theilweiſe zum erſten Mal erhobenen Einwänden erſehen kann, daſs die Zählung der Faſern unrichtigerweiſe von Einigen als das Alleinſeligmachende betrachtet und befürwortet wird.

ſchmelzen der ganglioſpinalen Faſern mit den ſenſiblen annimmt, ſo folgt daraus, daſs bei Durchſchneidung und Atrophie der sensiblen Wurzel die austretenden Faſern in voller Zahl beſtehen muſsten, was doch keineswegs der Fall iſt, weil wie angegeben, ſie im Ganzen ein dünnes Bündelchen darſtellen. Allerdings dürfte die Verſchmelzung wenigſtens theilweiſe ſtattfinden. Was die zweite betrifft, ſo läſst ſie die Ausläufer die centrale und die peripheriſche Richtung einſchlagen, ſo daſs bei ihr auch die gegen die bipolare Zelle überhaupt gemachten Einwände erhoben werden können.

Wie ich bemerkt, genügt der Nachweis der Unipolarität der Zelle, um der Waller'ſchen Anſicht jeden Boden zu entziehen. Ich will aber noch einiges anführen, welches gegen ſie ſpricht.

Der pathologiſch-casuiſtiſche Beitrag von der Degeneration der ſenſiblen Faſern vom Rückenmark bis zum Ganglion und vom Erhaltenbleiben derſelben beim Ausgange aus dem Ganglion bei der Tabes kann nicht zu Gunſten der Waller'ſchen Anſicht herbeigezogen werden, da ſie höchſtens den Beweis liefern könnte, daſs die Zelle auf die peripheriſche Strecke der Faſer eine trophiſche Einwirkung ausübt, während die centrale Strecke einer ſolchen entbehrt; ein Verhältniſs welches ſehr complizirt und nicht zu erklären wäre.

Was die analoge Erſcheinung bei der peripheren Durchſchneidung des N. trigem. betrifft, vorausgeſetzt daſs die Veränderungen auf dem Wegfall der trophiſchen Einwirkung beruhen, ſo kann ſie ebenfalls nicht zu Gunſten der Waller'ſchen Annahme verwerthet werden, da bei derſelben die trophiſche Einwirkung der ganglionären Faſern nicht auf die peripheren Gewebe, ſondern lediglich auf die Nervenfaſern ausgeübt wird. Waller ſelbſt hat meines Erachtens ein groſses Verſehen begangen, als er die trophiſche Einwirkung des Ganglions Gaſſeri im Sinne Magendie's, und die der Spinalganglien in ſeinem Sinne zuſammengeworfen hat.

Es wäre dann weiter zu bemerken, dafs nach der Waller'ſchen Theorie trophiſche Einwirkungen Gebilden zugeſchrieben werden, die anatomiſch ſehr von einander abweichen, d. i. den Vorderhornzellen und den Spinalganglienzellen. Abgeſehen nämlich einerſeits vom Hauptunterſchied der Unipolarität und anderſeits von andern minder wichtigen Eigenheiten (Kerne der Kapſel etc), ſo beſtehen doch in der Subſtanz der Zelle ſelbſt groſse Unterſchiede, auf die Flemming aufmerkſam gemacht hat. Flemming gibt nämlich an, dafs durch die Anwendung von denſelben Reagentien und Behandlungsmethoden in den Spinalganglienzellen Fäden, dagegen in den Zellen des centralen Nervenſyſtems eine parallele Streifung hervorgebracht wird. Dieſe Unterſchiede in der hiſtologiſchen Structur dürften ſonderbar erſcheinen laſſen, wie man beiden Arten von Zellen dieſelbe Function hat zuſchreiben wollen.

Ich ziehe aus meinen Experimenten folgende Schlüſſe: Was den anatomiſchen Theil betrifft, ſo halte ich die Spinalganglienzelle für unipolar. Die Unipolarität nehme ich an

a) weil nach gänzlichem Mangel der centralen Faſern die von dem Ganglion ausgehenden Faſern an Zahl weit zurücktreten,

b) weil nach Zerſtörung der centralen Faſern kein wahrnehmbarer Unterſchied in den Zellen zu finden iſt.

Dieſer auf Grund experimentell-anatomiſchen Unterſuchungen geführter Nachweis wird meines Wiſſens zum erſten Mal erbracht.

Was den phyſiologiſchen Theil anbelangt, ſo mufs ich mich gegen die Annahme Waller's erheben, unbeſchadet

aller Hochachtung, die ich einem um die Wiſſenſchaft ſo hochverdienten Mann ſchulde.

Die Gründe dafür lauten folgendermaſſen:

1) Die Unipolarität der Spinalganglienzelle.
2) Das Erhaltenbleiben des aus den Spinalganglien austretenden Stammes, ſelbſt zu einer Zeit, als die entſprechenden motoriſchen mit dem angeblich im Rückenmark gelegenen Nährcentrum in Verbindung ſtehenden Faſern ſchon zu Grunde gegangen ſind, kann durch die trophiſche Function der Ganglien nicht erklärt werden, ſondern muſs anderweitig verwerthet werden (vergl. S. 25 u. f.).
3) Das Zugrundegehen der Ganglien nach Durchſchneidung des peripheren Stammes ſpricht dagegen. Wäre nämlich das Ganglion das trophiſche Centrum und entfaltete es ſeine Wirkung central- wie peripheriewärts, ſo gäbe es keinen Grund zur Atrophie, da es ſeine Eigenſchaften weiter auf die centralen Nervenfaſern ausüben müſste.
4) Der zu Gunſten der trophiſchen Function der Spinalganglien gelieferte pathologiſch-caſuiſtiſche Beitrag, weit entfernt ihr wirklich eine Stütze zu verleihen, macht ſie noch hypothetiſcher.
5) Die Analogie mit dem Experimente Magendie's beim Trigeminus beruht auf einem Miſsverſtändniſs, kann deswegen nicht zu Gunſten der Waller'ſchen Anſicht verwerthet werden.

Ich bin leider nicht im Stande, an Stelle der widerlegten Waller'ſchen Anſicht etwas Beſſeres zu ſetzen. Wie aber aus der Auseinanderſetzung hervorgeht, dürfte die Annahme, daſs von den Spinalganglienzellen unabhängige Faſern entſpringen, die mit einer, bisher unbekannten Function betraut ſind, manches für ſich haben. — Der allgemein gefaſste Einwand Sigmund Mayer's*) daſs es beim gegenwärtigen Stand

*) S. Mayer. Spec. Nervenphyſiologie, in Hermann's Handb. d. Phyſ. Band II, erſter Theil.

unſerer Nervenphyſiologie unzuläſſig erſcheint, peripheren Ganglienzellen centrale Bedeutung zuzuſchreiben, fällt meines Erachtens weg, wenn man bedenkt, daſs es ſich zwar um kleine, aber dennoch in groſser Zahl vorkommende conſtante Gebilde handelt, ſo daſs man ihnen in ihrer Geſammtheit wohl centrale Bedeutung zuſchreiben dürfte.

Am Schluſse fühle ich mich verpflichtet, Hrn. Obermedizinalrath v. Gudden meinen aufrichtigſten Dank auszuſprechen für die überaus freundliche Unterſtützung, die er mir bei meinen Unterſuchungen zu Theil werden lieſs.

[1]) Arndt. Ueber die Ganglienkörper der Spinalganglien. Archiv für mik. Anat. 1875.

[2]) Axmann. De Gangliorum systemalis structura penitiori eisque functionibus. Berol. 1847. — Beiträge zur mikrosk. Anat. u. Phyſiol. des Ganglien-nervenſyſtems des Menſchen und der Wirbelthiere. Mit 22 Abb. Berlin 1853.

[3]) v. Bärenſprung. Beiträge zur Kenntniſs des Zoſter. Charite-Annale 1863. XI.

[4]) Beale, Lionel. Nerve-cells of the frog. Philoſoph. Tranſact. 1863.

[5]) Bidder. Zur Lehre vom Verhältniſs der Ganglienkörper zu der Nervenfaſer. Leipzig 1847.

[6]) Bidder. Erfolge von Nervendurchſchneidung an einem Froſch. Arch. für Anatomie etc. 1865.

[7]) Bichat. Anatomie générale appliquée à la Phyſiolog. et à la medicine. Deutſche Ueberſ. Leipzig 1862.

[8]) Boſse. De gangl. spin. vi in nutritione rad. post nerv. spin. Diss. 1859.

[9]) Courvoiſier. Ueber die Zellen der Spinalganglien ſowie des Sympath. beim Froſch. Arch. f. mikr. Anat., IV, 1868.

[10]) Duchenne. Comptes rendus 1865.

[11]) Ehrenberg. Structur der Seelenorgane 1836.

[12]) Flemming. Vom Bau der Spinalganglienzellen (In der Feſtgabe zu Henle's Jubiläum).

[13]) Fräntzel. Beitrag zur Kenntniſs von der Struct. der Spinalg. u. des Symp. Virch. Arch. Bd. 38.

[14]) Freud. Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Wiener acad. Sitzungsberichte LXXVIII, II. Abth. Juli-Heft 1878 (Gute Quellenangabe).

[15]) Henle. Nervenlehre (Gute Quellenangabe).

[16]) Holl. Ueber den Bau der Spinalganglien. Wiener acad. Sitzungsberichte LXXII Band III Abth., 1875, Heft I.

[17]) Irsai u. Babes. Wiener medic. Preſse 1882, S. 218.

[18]) Key u. Retzius. Studien in der Anatomie des Nervenſyſtems und des Bindegewebes. Stockholm 1876, 2. Hälfte (Gute Quellenang.) (vgl. 31.)

[19]) Klebs. Med. Centralblatt 1863.

[20]) Krauſe. Allg. und mikrosk. Anat. 1876—78. Nachträge zum erſten Band. S. 127.

[21]) Kölliker. Handb. der Gewebelehre 1867.

[22]) Lanciſi. Epiſtola ad Morgagnium de Gangliis nervorum.

[23]) Leydig. Vom Bau des thierifchen Körpers.

[24]) Lieberkühn. De structura ganglionum penitiori Berol. 1849.

[25]) Luchs. Recherches sur le système nerveux etc. Paris 1865.

[26]) Mauthner. Beiträge zur Kenntnifs der morphol. Elem. des Nervenfyftems. Wien 1862.

[27]) Polaillon. Études sur la texture des Ganglions nerveux periph. Journal de l'anatomie etc. publié par Robin III Année 1866.

[28]) Ranvier. Comptes rendus des séances de l'acad. des sciences 1875 LXXXI p. 1274 — Traité technique d'histologie p. 715.

[29]) Rawitz. Archiv für mikrosk. Anatomie. 18. u. 21. Band.

[30]) Remak. Deutfche Klinik 1854 Nr. 16. — Berliner Monatsberichte 1854.

[31]) Retzius. Archiv f. Anat. u. Phyf. 1880 (anat. Abth.)

[32]) Robin. L'Inftitut 1847, Nr. 687 u. 699.

[33]) Sappey. Anatom. desc. Trois. edit. Tome III p. 419.

[34]) Schäfer. Proceeding of the royal society Nr. 209 p. 348.

[35]) Schramm. Neue Unterf. über den Bau der Spinalg. Inaug.-Differt. Würzburg 1864.

[36]) Schwalbe. Archiv f. mikrosk. Anat. Band 4. — Neurologie (ein Theil der Quain-Hofmann'fchen Anatomie).

[37]) Stannius. Das periph. Nervenfyftem der Fifche. Roftock 1849. Neurolog. Erfahr. Göttinger Nachricht. 1851. Nr. 17.

[38]) Stieda. Referate aus der ruff. Liter. Arch. f. mikr. Anat. II.

[39]) Stiénon. Annales de l'Univ. libre de Bruxelles 1880. (Referat in Hofmann-Schwalbe's Jahresbericht 1880).

[40]) Thanhoffer. Sitzungsberichte der k. ungar. Akad. d. Wiff. VII, 1876.

[41]) Valentin. Ueber die Scheiden der Ganglienkörper etc. in Müller's Archiv 1839.

[42]) Vieuffens. Neurograph. Lehrb. 3 Lugd. 1684.

[43]) Volkmann. Anhang zu Bidder's, Werk 1847.

[44]) Vulpian et Charcol. Comptes rendus de la soc. de biol. 1862.

[45]) Vulpian. Archives de Phyfiologie. Tome prem. 1868.

[46]) Waller. Comptes rendus XXXIV 1851 (Archives générales 1852). — Gazette médic. 1856.

[47]) Wagener. Zeitfchrift für wiff. Zool. VIII.

[48]) Wagner. Handbuch der Phyf. Bd. 3, Abth. I. — Neue Unterfuchungen über die Structur der Ganglien.

[49]) Weiss. Anzeigen der K. K. Gef. der Aerzte in Wien Nr. 3 1880.

[50]) Willis. Opera I 1695.

[51]) Winslow. Expof. Anat. de la struct. du corps humain. Paris 1732.